INFORME SOBRE EL AGUA SUBTERRANEA EN LA CIUDAD DE VALDIVIA

Por

Juan Karzulović Kokot

INFORME SOBRE EL AGUA SUBTERRANEA EN LA CIUDAD DE VALDIVIA*

Por

*Juan Karzulović Kokot***

PREFACIO

Como antecedente para juzgar las condiciones del suelo y del subsuelo en la ciudad de Valdivia, fuertemente afectada por los movimientos sísmicos acaecidos en Chile los días 21 y 22 de mayo de 1960, publicamos el presente informe realizado en el Instituto de Geología para la firma ENDAS (Empresa Nacional de Aguas Subterráneas), con relación a problemas de captación de aguas subterráneas en la misma ciudad.

Agradecemos al personal directivo de ENDAS la autorización concedida para publicar esta información.

RESUMEN

Se investiga la situación geológica de Valdivia en relación con la existencia de aguas subterráneas y la contaminación de éstas con cuerpos de agua salada. Dicha contaminación ha sido comprobada en diferentes pozos construidos por ENDAS, para la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas.

Se concluye por estimar que el curso inferior de la red fluvial de la zona habría constituido siempre un estuario donde se habría presentado una serie de oscilaciones de la costa, representadas por hundimientos y solevantamientos.

INTRODUCCION

El presente estudio, encomendado al suscrito por la Firma ENDAS, analiza la situación geológica de la zona de Valdivia en relación con la existencia de aguas subterráneas y la contaminación de éstas con cuerpos de aguas saladas. Dicha contaminación ha sido constatada en diferentes pozos construidos por ENDAS, para la Dirección de Obras Sanitarias, los cuales aparecen señalados en el croquis de situación de la Figura Nº 1.

Fisiografía e Hidrografía.

La ciudad de Valdivia se extiende junto a la ribera sur del río Calle-Calle, ocupando el centro de la ciudad la zona que se ubica frente a la Isla Teja; los terrenos en esta parte son suavemente ondulados con alturas que varían aproximadamente entre los 3 a 15 metros sobre el nivel del mar mientras, hacia el Este y también al Poniente de Isla Teja, se levantan cordones que aunque de pequeña altura relativa son lo suficientemente altos como para destacarse sobre el plan general.

---

* Efectuado en febrero de 1959.

** Geólogo del Instituto de Geología de la Universidad de Chile.

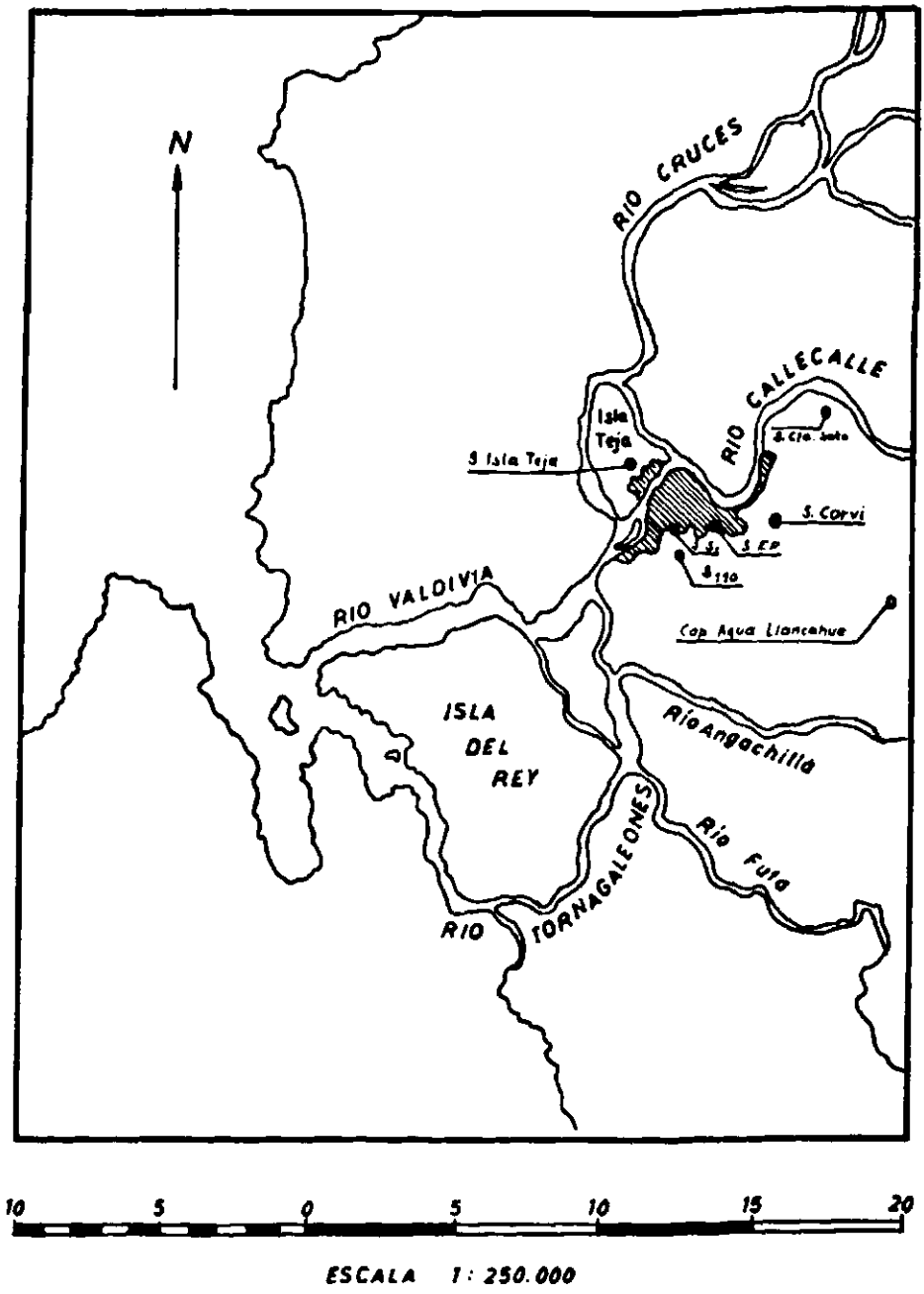


Figura 1

Croquis de situación

(Copiado de la Carta 1:250.000, Valdivia, del Instituto Geográfico Militar)

El rasgo fisiográfico característico de la zona lo constituye una extensa red fluvial que aparece indicada, en sus cursos de aguas más importantes, en el croquis de situación de la Figura Nº 1. Los ríos de mayor importancia son el Calle-Calle y El Cruces y la confluencia de ambos constituye finalmente el río Valdivia que desemboca en el mar.

El río Calle-Calle presenta en su curso inferior y aproximadamente desde el pueblo de Huellelhue hasta la Isla Teja, varios meandros muy amplios los cuales encierran vegas o terrazas compuestas especialmente de arenas finas o materiales arcillosos. Desde aguas arriba hasta el punto denominado Cuesta Soto, el cauce del río es de anchura variable y presenta a veces estrechamientos por el avance de los cordones ribereños; precisamente junto a Cuesta Soto se produce un estrechamiento muy notable y luego, hacia aguas abajo, el cauce se amplía considerablemente y presenta aquí su anchura máxima que sigue hasta el punto de confluencia con el río Cruces.

El río Cruces es de curso más rectilíneo que el río anterior, aunque en su curso inferior se ramifica en una serie de pequeños brazos que encierran islitas bajas y pantanosas. Es notable que las aguas del río Cruces arrastran una gran cantidad de finos arcillosos en suspensión y sus aguas se observan muy turbias en comparación con las del Calle-Calle, ya descrito. El brazo del río Cruces que bordea el límite Norte de la Isla Teja recibe el nombre de Cau-Cau.

Unos 7 kilómetros al Sur de Valdivia se encuentra el río Angachilla, que corre con dirección aproximadamente Este-Oeste, lo mismo que el río Futa que se encuentra unos 4 kilómetros más al Sur. Estos dos ríos son de importancia menor y ambos contribuyen a la alimentación del río principal o Valdivia.

Según se observa en el croquis de situación de la Figura Nº 1, el río Valdivia bordea una serie de islas y ellas son, de Norte a Sur, las iguientes: Isla Teja, Isla Guadamayo, Isla del Rey e Isla Mancera, entre las principales.

ANTECEDENTES DE EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

En la zona que estamos estudiando se han realizado una serie de sondajes, a partir del año 1955 y con el propósito de reemplazar o suplementar los suministros de agua potable de Valdivia que se consideran insuficientes; estos suministros se obtienen actualmente de la región de Llancahue y aprovechan las aguas de la quebrada del mismo nombre.

En el croquis de situación están indicadas las ubicaciones aproximadas de los distintos sondajes y ellos son los que se indican:

Isla Teja: Aquí se encuentra un sondaje construido para la Universidad Austral de Chile y que tiene las características que se señalan:

Cota Boca sondaje	11 metros s. n. m. [1].
Profundidad	90 metros.
Nivel estático actual	9 metros bajo la superficie.

[1] Todas las cotas de Boca de los sondajes han sido estimadas en base a un levantamiento topográfico de la ciudad de Valdivia, realizado, para el Ministerio de Obras Públicas, por el Ingeniero señor Armando García, en 1958.

No pudimos conseguir las muestras totales del terreno atravesado por este sondaje, pero, de acuerdo con una descripción del ingeniero geólogo Augusto Millán, que pudo observarlas, el perfil sería:

0 — 17 mtrs.	Arena.
17 — 45 "	Ceniza volcánica de color claro, fina, con intercalaciones de carácter arenoso.
45 — 50 "	Arena fina a gruesa con aumento de contenido fino hacia abajo.
50 — 68 "	Arena fina a media, en partes disgregable y en partes endurecida.
68 — 76 "	Arena media a gruesa, de color verdoso, con fragmentos de conchas marinas presumiblemente cuaternarias.
76 — 90 "	Arena fina a gruesa y ripio. El ripio aumenta a profundidad.

En este sondaje se habría cortado una napa de agua dulce en la capa de las profundidades de los 45-50 metros, la cual sería de reducido gasto. Posteriormente, cuando se profundizó el sondaje hasta los 90 metros, se habría cortado una napa entre los 80-90 metros, que tendría agua dulce en su parte superior y agua totalmente salada en la parte inferior. Probado el pozo, habría entregado agua con 20.000 partes por millón de Cloruros (El agua de mar tiene cantidades entre 30.000 a 35.000 partes por millón y se acepta que el agua potable tenga hasta un máximo de 250 partes por millón).

Sondaje S 1: Se ubica frente al término occidental de la calle Bulnes de la ciudad de Valdivia y los datos del mismo son:

Cota Boca sondaje	5	metros s. n. m.[1].
Profundidad	77,4	metros.
Nivel estático actual . . .	4	metros bajo la superficie.

De este sondaje tampoco dispusimos de muestras totales, pero hemos reconstruido el perfil del pozo en base de muestras aisladas y por datos de sondajes realizados en la vecindad inmediata que han alcanzado hasta los 36 metros.

0,00 — 36,00 mtrs.	Arena-limo-arcilla.
36,00 — 39,50 "	Arena y ripio permeable.
39,50 — 44,00 "	Arcilla.
44,00 — 48,00 "	Arena y ripio permeable.
48,00 — 60,00 "	Arena-limo-arcilla. Hacia abajo se encontraría arena gruesa y ripio fino a grueso.
60,00 — 64,00 "	Arena y ripio permeable.
64,00 — 69,00 "	Arena y arcilla; en partes locales se tendrían capitas de material más grueso.
69,00 — 77,40 "	Arena y ripio fluvial permeable.

El sondaje S 1 se había profundizado primitivamente hasta los 66 metros y se habría localizado una napa entre las profundidades de los 60-64 metros;

[1] Todas las cotas de Boca de los sondajes han sido estimadas en base a un levantamiento topográfico de la ciudad de Valdivia, realizado, para el Ministerio de Obras Públicas, por el Ingeniero señor Armando García, en 1958.

esta napa rendiría en la prueba de bombeo un gasto de 40 litros/segundo con agua casi sin cloruros (13 partes por millón) para una depresión de 30 metros del nivel estático. Cuando se profundizó, a raíz de que el sondaje tenía un embanque, se probó nuevamente y entregó agua con 2.000 partes por millón de cloruros para un gasto de 3 litros/segundo.

SONDAJE MÁQUINA BENOTO: En la cercanía del sondaje S 1, y al poniente del mismo, se hizo un sondaje con la Máquina Benoto (hace sondajes de hasta 1,50 metros de diámetro por un sistema de draga) que alcanzó 36 metros de hondura y del cual pudimos observar las muestras.

Aquí se han cortado una sucesión de capas arcillosas y arenosas, en partes fácilmente disgregables y en partes totalmente endurecidas; entre los 20 y 25 metros se encuentran restos de hojas y pedazos de madera parcialmente carbonizadas.

El sondaje Benoto anterior se abandonó, por desperfectos de la cañería de entubación, y se ha iniciado otro, unos 30 metros al poniente del primero, que lleva ya una hondura de 20 metros. En éste se han cortado los materiales siguientes:

0 — 4 mtrs.	Limo arenoso con restos de raíces y aspecto de suelo.
4 — 5 "	Limo arcilloso con restos de raíces y fragmentos de conchas modernas. Con trocitos de madera, parcialmente carbonizada, y partes más arenosas.
5 — 8 "	Arcilla plástica de origen orgánico con restos de conchas (fragmentos) con madera parcialmente carbonizada.
8 — 10 "	Arcilla muy plástica de origen orgánico, con pocos fragmentos de conchas y madera parcialmente carbonizada.
10 — 11 "	Arena fina a gruesa homogénea.
11 — 12 "	Ceniza volcánica muy fina y disgregable.
12 — 13 "	Arenisca verdosa con alternaciones arcillosas menos endurecidas que la arenisca.
13 — 16 "	Arcilla y ceniza volcánica en alternaciones con capas más arenosas.
16 — 17 "	Arcilla plástica de origen orgánico con restos de raíces.
17 — 18 "	Arcilla limosa amarillenta.
18 — 19 "	Arcilla plástica con restos orgánicos.
19 — 20 "	Arcilla limosa endurecida, con restos de raicillas.

SONDAJE 110: En la zona donde se ubica este sondaje se construye actualmente un estanque elevado para el almacenamiento de agua y en torno del mismo se han perforado cuatro sondajes que conforman los vértices de un cuadrado. Todos estos sondajes son de características similares y alcanzan la misma profundidad (80 metros).

Hemos dispuesto de las muestras del sondaje 110 que ocupa el vértice suroriental del cuadrado ya citado y sus características son:

Cota boca	17 metros s. n. m.
Profundidad	80 metros.
Nivel estático actual	14 metros bajo la superficie.

0 — 8	mtrs.	Sin muestras.
8 — 22	"	Arena-limo-arcilla.
22 — 25	"	Arena fina a media.
25 — 31	"	Arcilla endurecida.
31 — 36	"	Arena-limo-arcilla.
36 — 39	"	Arcilla compacta.
39 — 53	"	Arena-limo-arcilla.
53 — 65	"	Arena limosa, hacia abajo predomina arena.
65 — 80	"	Arena y ripio permeable. Hacia abajo aparecen pequeños bolones y aumenta el ripio.

En éste como en los tres sondajes restantes que se ubican junto al estanque de almacenamiento de agua en construcción, se habría ubicado una napa de agua dulce a los 70 metros de hondura que estaría en contacto con un cuerpo de agua salobre. En el sondaje S 110, se hizo una primera prueba que rindió un gasto de 10 litros/segundo con agua dulce, pero, posteriormente, se llevó el sondaje hasta los 80 metros (lo mismo que los tres restantes) y todos entregan actualmente aguas contaminadas con cloruros a partir de los cinco litros/segundo.

Sondaje E. P.: Es el sondaje más oriental de los ya construidos y se ubica junto a la calle Picarte, en la vecindad de un estanque de almacenamiento de agua que está terminado. Los datos del sondaje son los siguientes:

Cota boca	12	metros s. n. m.
Profundidad	50	metros.
Nivel estático actual	6,10	metros bajo la superficie.

Según muestras observadas por el suscrito se tiene:

0 — 8	mtrs.	Sin muestras.
8 — 17	"	Arena limosa, algo endurecida hacia abajo.
17 — 21	"	Limo-arena-arcilla.
21 — 28	"	Arena-limo-arcilla.
28 — 36	"	Arena negra muy fina, casi limo.
36 — 42	"	Igual anterior, algo más gruesa.
42 — 44	"	Ceniza volcánica pulverulenta, muy fina.
44 — 50	"	Arena fina a gruesa, con ripio fluvial de hasta 8 centímetros de diámetro. Hacia abajo aumenta el ripio y se encuentran pequeños bolones (hasta 15 centímetros de diámetro).

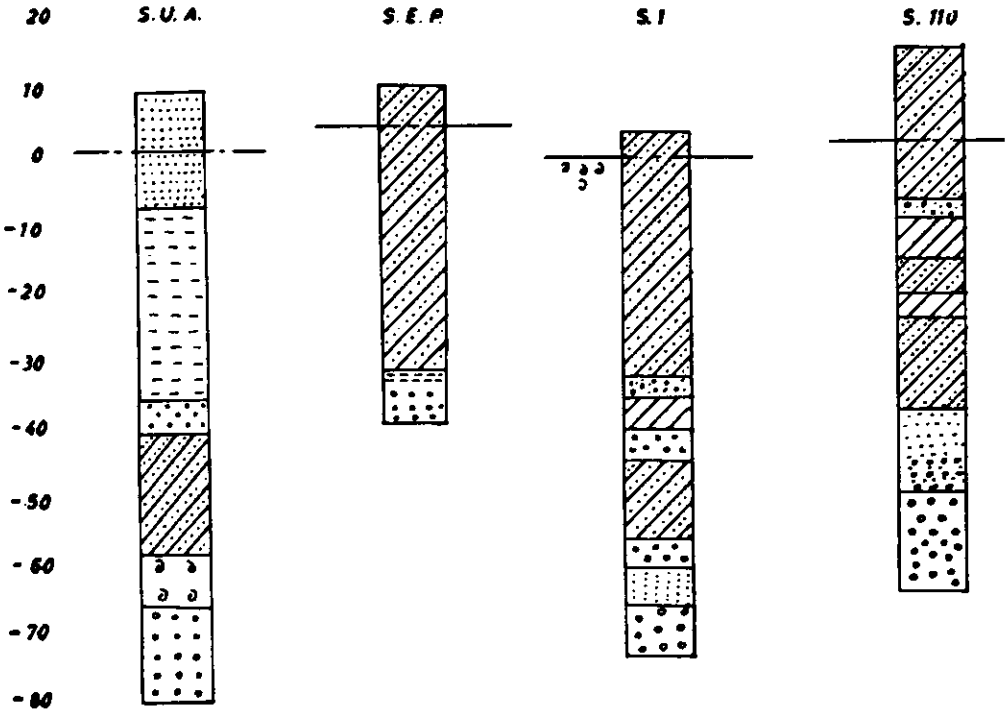
Sondaje Corvi: Se encuentra en proceso de construcción.

Sondaje Cuesta Soto: También en proceso de construcción y se ubica un poco aguas abajo del estrechamiento del río Calle-Calle citado en la página 7.

Consideraciones sobre los materiales cortados por los sondajes.

En la Figura Nº 2 se expone gráficamente la naturaleza de los materiales cortados en cada una de las zonas de la ciudad de Valdivia donde se han reali-

Figura 2



Nivel estático aprox.

Arcilla

Arena fina

Ceniza volcánica

Arena permeable

Arena-Limo-Arcilla

Fragmentos de conchas

Arena y ripio permeables

zado perforaciones. Debe indicarse que hasta la profundidad, dada aproximadamente por la cota-35 metros, las capas señaladas como compuestas por arena-limo-arcilla de los sondajes S E. P. - S 1 - S 110, corresponden a materiales depositados por aguas de escurrimiento muy tranquilo y pudiéramos decir estancadas. Aquí no hemos indicado pequeñas capas de cenizas volcánicas (similares a las del sondaje S. U. A. de Isla Teja), por cuanto en las muestras ellas aparecen totalmente revueltas por efecto del sondeo con Sonda de Percusión; valga lo anterior para destacar que en todos los sondajes aparecen materiales muy finos, casi con granulometría de polvo impalpable, de naturaleza volcánica, alternados con capas arcillosas mezcladas con limos y arenas.

Según la Figura Nº 2, se observa claramente, entre las profundidades de las cotas —35 a —45 metros, que los materiales son de mayor granulometría y que, por su naturaleza, deben corresponder a los depósitos de un río con cierta fuerza de arrastre. Hacia abajo se observa una alternación de períodos de escurrimiento tranquilo con otros de mayor velocidad, y luego, desde la cota —65 metros hasta una profundidad actualmente desconocida con los sondajes actuales, se nota un considerable aumento en la capacidad de arrastre y, por consiguiente, una mayor granulometría de los acarreos depositados.

Respecto de los fragmentos de conchas que aparecen en la zona de los sondajes S 1 y S. U. A., nos extenderemos más adelante.

CONSIDERACIONES GEOLOGICAS

Trabajos anteriores.

Sobre la geología de la región únicamente conocemos los antecedentes que proporciona BRUGGEN en su "Texto de Geología" (1929, págs. 434-437) y en su "Fundamentos de la Geología de Chile" (1950, págs. 202-204).

Según el autor citado, en Valdivia se habría presentado, a comienzos del Cuaternario, un hundimiento del continente que hizo entrar al mar por el curso inferior del río Valdivia. Así se formaron bahías que luego fueron rellenadas y posteriormente erodadas por el río a raíz de un solevantamiento de unos 20 metros. Cuando el río había formado un ancho valle se habría producido un nuevo hundimiento que hizo reaparecer las antiguas bahías.

Historia Geológica de la Zona.

En base al recorrido que realizamos por la región y de acuerdo también con el material obtenido de los distintos sondajes realizados, podríamos estimar los siguientes hechos ocurridos durante el Cuaternario en la región en estudio:

1. El curso inferior de la red fluvial de la zona y posiblemente a partir de la ciudad de Valdivia hacia aguas abajo, habría constituido siempre un Estuario, es decir, un cauce fluvial de pequeña o casi nula diferencia de nivel con el mar. En estas condiciones, las mareas tenderían a propagarse a gran distancia hacia aguas arriba y el flujo del agua, especialmente las corrientes de descarga hacia el mar, habrían contribuido a la erosión de las riberas formando anchos cauces o canales, y

2. En el Estuario recién nombrado se presentarían una serie de oscilaciones de la costa, representadas por hundimientos y solevantamientos. En los perío-

dos de hundimiento las aguas del mar penetrarían fuertemente hacia el interior y se produciría un verdadero estancamiento de las aguas propias del río; así, los depósitos del río deben corresponder, en esta época, a materiales muy finos y propios de lagunas o pantanos. En los períodos de solevantamiento, los fuertes desniveles originados entre el cauce superior del río y su desembocadura en el mar, aumentarían enormemente la fuerza de arrastre del mismo; de esta manera se lavarían los materiales finos de bajo peso específico y serían llevados lejos hacia mar adentro, en tanto se depositarían materiales de granulometría más gruesa tales como arenas y ripios permeables.

De acuerdo con la Figura Nº 2, podríamos indicar que, luego de un período con depositación de materiales gruesos correspondientes a una época de solevantamiento y los cuales aparecen aproximadamente entre las cotas de —65 a —80 metros, se produjo un hundimiento acompañado de una invasión del mar hacia tierra adentro y que se tradujo en la depositación de restos de conchas en las zonas más bajas y cercanas al mar mientras, hacia aguas arriba, las aguas estancadas del río depositaban materiales de granulometría esencialmente fina.

Parece ser que los materiales de las cotas —35 a —45 metros señalan un nuevo solevantamiento y que, a contar de ese momento, se habrían estabilizado condiciones propias de un régimen de Estuario, con materiales finos y de tipo lagunar o pantanoso, en el curso inferior del sistema hidrográfico Valdivia.

CUERPOS DE AGUA SALADA

Creemos que el primer hundimiento mencionado anteriormente llevó los materiales, bastante permeables, de las cotas —65 a —80 metros a una comunicación directa con el mar actual y esto especialmente a lo largo del eje de los ríos principales de aquella época (donde se presentan los depósitos más gruesos y permeables). Tales ejes serían sensiblemente similares a los de los ríos principales actuales y de allí la fuerte proporción de cloruros en el sondaje Isla Teja, que no se observa tan intensamente en los sondajes restantes.

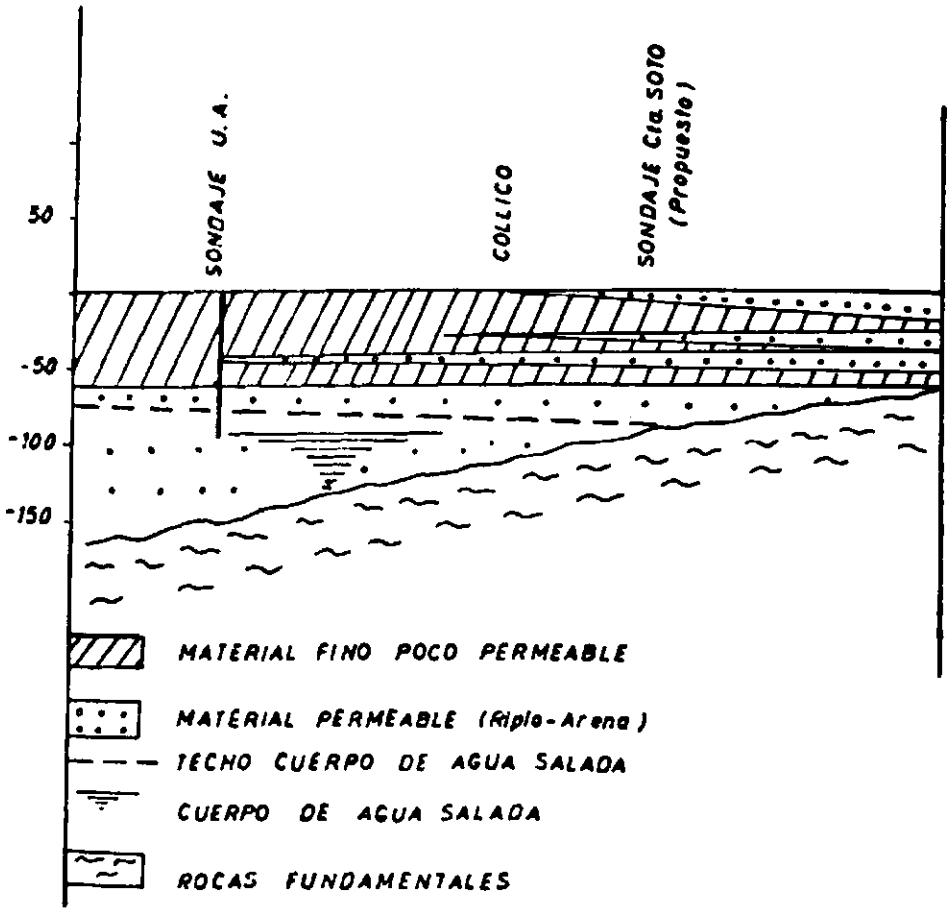
Expectativas de obtener agua dulce.

Sabemos que, debido a su menor densidad, el agua dulce tiende a flotar o depositarse encima de los cuerpos de agua salada y que en el caso de tenerse dos cuerpos de agua, uno dulce y otro salado, contenidos en capas permeables, la altura h de agua dulce entre el nivel del mar y el techo del cuerpo de agua salada vale aproximadamente h = 30 a 50 veces (d), siendo (d) la diferencia de altura entre el nivel del mar y el nivel estático del agua dulce en el punto considerado. El valor h aumenta según disminuye la densidad del agua salada.

Lo anterior es válido para el caso de niveles al estado de reposo, pero, cuando se produce el bombeo del agua dulce y se origina la depresión correspondiente en el nivel del agua dulce, se originaría también una depresión en sentido contrario, o sea, una intrusión en el nivel del agua salada que contaminaría las aguas del pozo a partir de una cierta depresión de bombeo; es del caso hacer notar que, de acuerdo con algunos autores, la altura a que sube el agua salada por la intrusión es notablemente superior a la magnitud de la depresión del nivel de agua dulce (TOLMAN, 1937, "Ground Water", pág. 247).

Todo lo expuesto sería válido para el caso de cuerpos de aguas en contacto

Figura 3


SONDAJE U.A.
COLLICO
SONDAJE Cia. SOTO (Propuesto)
50
-50
-100
-150
MATERIAL FINO POCO PERMEABLE
MATERIAL PERMEABLE (Ripio-Arena)
TECHO CUERPO DE AGUA SALADA
CUERPO DE AGUA SALADA
ROCAS FUNDAMENTALES

y contenidos en materiales permeables como sería el caso del sondaje S. U. A., entre las cotas —70 a —80 metros; no sabemos cuál será el comportamiento, después de un bombeo de largo tiempo, en un pozo como el S. E. P., que ha cortado una napa en las cotas —35 a —40 mtros por encima del cuerpo con agua salada y de allí parte de las recomendaciones que se indican al final del presente informe.

Hacia aguas arriba de la ciudad de Valdivia se pueden predecir dos hechos: uno, que aumentarán los depósitos gruesos permeables haciéndose más potentes y numerosos, y el otro, que las rocas fundamentales o quizás sedimentos precuaternarios consolidados se encontrarán a mayor altura. En consecuencia, será posible cortar relativamente cerca de la superficie napas de buena producción de agua dulce y también es posible esperar el término de la influencia del agua salada, tal como se observa en la Figura Nº 3. Esta figura es un corte supuesto desde el lugar del sondaje S. U. A., hasta la región de la Cuesta Soto, donde se piensa construir un nuevo sondaje; según la misma figura, quedan indicadas las posibilidades recién nombradas y creemos que es del más alto interés dar prioridad a la ejecución del citado sondaje.

Respecto de las rocas fundamentales que se han dibujado en la parte inferior de la Figura Nº 3, debemos decir que ellas corresponden esencialmente a rocas sedimentarias metamórficas muy antiguas, posiblemente las más antiguas que se conocen en el país, y del tipo llamado Micacitas. Estas mismas rocas afloran en las regiones más elevadas de Isla Teja.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto en el presente informe, podríamos hacer las sugerencias siguientes:

1. Realizar un sondaje en la Cuesta Soto, justamente en el sitio ya escogido, y llevarlo, si es posible, hasta el encuentro con la roca fundamental. Durante la construcción de este pozo debería controlarse, con pruebas de bombeo adecuadas, el gasto de cada una de las napas localizadas y lo mismo la calidad del agua de cada una;

2. Profundizar cualesquiera de los sondajes de la zona del estanque en construcción (Zona Sondaje 110) y en las mismas condiciones establecidas para el sondaje de Cuesta Soto;

3. Dentro de la zona del estanque ya terminado (Estanque Picarte), se tienen presupuestados tres sondajes y de éstos hay uno terminado con 50 metros de hondura; sabemos que los dos restantes se piensan llevar a una profundidad similar y proponemos que uno de estos dos se lleve hasta sobrepasar la cota del cuerpo de agua salada y ver qué sucede, con un bombeo intenso del mismo, en el agua del sondaje ya realizado de 50 metros. Esto tiene por objeto asegurar que el abastecimiento de agua dulce, mediante la explotación de la napa de las cotas —35 a —40 metros, será permanente y sin contaminaciones de agua salobre, y

4. Dar el carácter de reconocimiento al sondaje que se piensa construir en los terrenos de CORVI y comprobar si, como estimamos nosotros, se encuentra una menor concentración de cloruros dentro de la profundidad en que aparece el cuerpo de agua salada.

Una vez realizados los cuatro puntos anteriores creemos que se podrá dar una conclusión definitiva al problema del agua en la ciudad de Valdivia.

Ya en el camino de efectuar todos los estudios y reconocimientos necesarios para la mejor comprensión del asunto, sería interesante perforar un sondaje en el valle donde se encuentra el camino a La Unión y más precisamente frente a la Captación de Llancahue.

Febrero de 1959.

ESTUDIOS POSTERIORES

En el transcurso del año 1959 y 1960 ENDAS perforó nuevos sondajes, de acuerdo en parte con las recomendaciones de nuestro Informe, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

1. Sondaje Corvi Nº 2 (Construido en la Población Gil de Castro): Se profundizó hasta los 100 metros y encontró las rocas fundamentales a los 96 metros bajo la superficie.

Se ubicó un solo acuífero, bastante pobre, entre los 31,40 y 36,60 metros bajo la superficie. Este acuífero rindió cerca de 0,15 ltrs/segundo/metro deprimido como gasto específico y presentaba un nivel estático a unos 8,60 metros bajo la superficie.

Las contaminaciones salinas resultaron pequeñas y constantes.

Los terrenos atravesados son muy poco permeables.

2. Sondaje E. P. 1: Alcanzó hasta los 130,7 metros de hondura y se localizó la roca a los 127,50 metros. Se encontró solamente un acuífero entre las profundidades de los 46 y 50 metros bajo la superficie del terreno. La prueba de la napa indica un gasto específico de 0,80 litros/segundo/metro deprimido.

A los 50 metros se efectuó una prueba de bombeo, en la cual se extrajeron hasta 25 litros/segundo, manteniéndose las concentraciones salinas en el agua de acuerdo al siguiente detalle:

Profundidad	Cloruros (partes por millón)
55	20
60	20
65	40
70	60
82	80
94	140
100	120
106	140
112	580
114	1.180
120	580
130	580

3. Sondaje Cuesta Soto Nº 1: Ubicó la roca fundamental a los 66,80 metros bajo la superficie. Se localizaron potentes rellenos permeables desde aproximadamente los 20 hasta los 43 metros bajo la superficie.

En la prueba realizada se obtuvo un gasto específico que fluctuó entre 16,5 y 43 litros/segundo/metro deprimido, sin ninguna contaminación salina.

El nivel estático se encuentra alrededor de 2,35 metros por debajo de la superficie del terreno.

4. Sondaje Collico Nº 1: A unos 3.800 metros al suroeste del sondaje Cuesta Soto, junto al río y en el lugar denominado Collico, se perforó este sondaje que alcanzó 52,20 metros de hondura y cortó un acuífero entre las profundidades de los 42,50 a 50 metros.

La prueba realizada dio un gasto específico del tipo 15 litros/segundo/metro deprimido. El nivel estático se encuentra aproximadamente en la superficie del terreno.

Para gastos extraídos inferiores a los 30 litros/segundo, se constató fuerte contaminación salina.

Conclusiones finales.

En un detallado estudio confeccionado por el señor Hernán Baeza, ingeniero de ENDAS, se trata exhaustiva y brillantemente el problema de las contaminaciones salinas de la región de Valdivia, en base a todos los antecedentes disponibles y se destacan las conclusiones principales que se indican:

a) Se corroboran plenamente las ideas básicas expuestas en el Informe del Instituto de Geología;

b) La napa localizada bajo los sondajes cercanos al estanque de agua en construcción (sondajes S 110, S 111, S 112 y S 113), sondajes S 1 y sondajes realizados en la cercanía del anterior con Máquina Benoto, y lo mismo en el sondaje S. U. A., se encuentra en contacto con un manto de agua salada, a una profundidad del tipo 80 metros, con características similares a la del agua de mar, que la contamina con cloruros al querer explotarla;

c) Este cuerpo de agua salada, si bien se encuentra por debajo del nivel del mar, no tendría comunicación directa y permanente con él, ya que su superficie piezométrica estaría aproximadamente 2,50 metros más alta que el nivel del mar;

d) Bajo los sondajes E. P. y sondajes CORVI, no existe un cuerpo de agua salada. Las pequeñas contaminaciones observadas en las pruebas de estos pozos corresponderían a contaminaciones de los terrenos mismos por el depósito de sales en los poros del terreno que han quedado de épocas anteriores, cuando el agua de mar se encontró en contacto con ellos, y

e) Se indica que el lugar más apropiado para las captaciones definitivas de Valdivia es la región donde se ubica el sondaje Cuesta Soto (Aquí se ha terminado recientemente un sondaje Cuesta Soto Nº 2, de excelente rendimiento de agua).